

Les aleurodes : un danger pour la culture cotonnière d'Afrique de l'Ouest

Les pays sahéliens producteurs de coton viennent de subir une forte infestation d'aleurodes.

Pour certains d'entre eux, le phénomène a entraîné des pertes économiques conséquentes, parfois de nouveaux désordres physiologiques de la plante, déjà connus au Cameroun sous le nom de maladie des cotonniers rouges.

Une série de trois articles est proposée : le premier décrit les insectes de cette famille — en particulier la mouche blanche *Bemisia tabaci* (Gennadius) — et explique quelques principes en vue d'en maîtriser les populations ; le deuxième présente les différents dégâts commis par l'insecte ; le troisième expose, à partir d'une étude de cas au Sénégal, des mesures concrètes à mettre en œuvre rapidement, en réponse à la recrudescence des attaques.

Ces articles sont à la fois le produit de recherches conduites par le Cirad et ses partenaires des Services nationaux de recherche agricole (Bénin, Cameroun, Côte d'Ivoire, Mali) et le résultat de synthèses bibliographiques et d'observations faites au cours de missions d'expertise au Burkina Faso et au Sénégal.

■ Les aleurodes dans les systèmes de culture cotonniers : biologie et gestion des populations

M. Vaissayre, P. Menozzi, S. Nibouche, J.-P. Deguine

■ Dégâts dus à l'aleurode *Bemisia tabaci* (Gennadius) en culture cotonnière : évolutions récentes en Afrique de l'Ouest

S. Nibouche, R. De Chazeaux, J.-P. Deguine, J. Martin, M. Vaissayre

■ *Bemisia tabaci* sur cotonnier au Sénégal : analyse de la situation et recommandations

J.-P. Deguine, M. Vaissayre, B. Hau

Clichés Cirad-ca, programme coton



Les aleurodes dans les systèmes de culture cotonniers : biologie et gestion des populations

Les aleurodes sont considérés depuis le début des années 80 comme des ravageurs importants des cultures tropicales, en raison des pertes considérables qu'ils provoquent sur les principales cultures vivrières, horticoles et d'exportation. La culture cotonnière pratiquée sur le continent africain n'est pas épargnée. Outre la menace que représentent les problèmes de contamination de la fibre par les miellats, des dégâts d'un type nouveau, dont une manifestation est le rougissement du feuillage, ont été observés récemment, en particulier à la suite des fortes infestations de la saison 1998.

Importance des aleurodes

Dans le monde

L'aleurode *Bemisia tabaci* Gennadius, appelé mouche blanche, est cosmopolite. Il se rencontre dans la zone comprise entre l'équateur et les 40^e parallèles et même plus au nord sur le continent européen. *B. tabaci* est connu dans la plupart des pays d'Afrique de l'Ouest, d'Afrique centrale et d'Afrique australe, ainsi que dans les îles de l'océan Indien (COCK, 1986). Il a été décrit au début du siècle comme un ravageur du cotonnier en Inde. Entre 1970 et 1980, un certain nombre de ses pullulations ont été rapportées au Soudan, en Turquie et en Israël (GERLING et HENNEBERRY, 1998).

Aux Etats-Unis, cet insecte est considéré comme ravageur d'importance économique depuis 1981, plus particulièrement en Californie et en Arizona. Certaines années, les pertes dues à *B. tabaci* pour l'ensemble des cultures y ont été estimées à près de cent millions de dollars.

Depuis 1986, les Etats-Unis (Californie, Arizona, Floride) connaissent une aggravation du problème de la mouche blanche. Les raisons avancées pour expliquer ce phénomène ont été d'abord des changements dans les pratiques agricoles, l'accroissement de monocultures irriguées, l'utilisation de nouveaux insecticides, ou bien encore les échanges sans cesse croissants de matériel végétal entre les différents pays. Mais c'est l'hypothèse d'un nouveau biotype, envahissant brutalement les zones de culture, qui est actuellement privilégiée.

En Afrique

En Afrique, le Soudan (DITTRICH *et al.*, 1985) et le Sénégal (BOURNIER, comm. pers.) ont été, dans les années 70, les premiers pays à faire état de problèmes d'aleurodes. C'est à partir de la campagne 1984 que la culture cotonnière a été touchée dans l'ensemble des pays producteurs d'Afrique de l'Ouest. Les raisons avancées cette fois sont une technique d'application mal adaptée (ultra bas volume) et l'emploi généralisé des pyréthrinoides, peu efficaces contre *B. tabaci*. Mais si des aleurodes peuvent être observés pendant les phases de croissance et

M. VAISSAYRE, P. MENOZZI,
S. NIBOUCHE, J.-P. DEGUINE

Cirad-ca, programme coton, BP 5035,
34032 Montpellier Cedex 1, France
Fax : + 33 (0) 4 67 61 56 66,
vaissayre@cirad.fr



Distribution de *Bemisia tabaci* dans le monde. Distribution Maps of Plant Pests, Cab International.

de floraison du cotonnier, la principale nuisance reste alors liée à la production de miellat en fin de cycle.

Au cours de la campagne 1998, l'infestation a été à la fois précoce et intense dans de nombreux pays sahéliens (Burkina Faso, Mali, Sénégal) et les dégâts ne sont plus seulement qualitatifs. Certaines atteintes se rapprochent d'un désordre observé depuis le début des années 90 au nord du Cameroun, et nommé la maladie des cotonniers rouges (Mcr).

Caractères généraux

Position systématique et taxinomie

Les aleurodes appartiennent à l'ordre des Hemiptera, sous-ordre des Sternorrhynca. La sous-famille des Aleyrodinae comprend environ 1 000 espèces décrites, principalement rencontrées sous les tropiques

(BINK-MOENEN et MOUND, 1990). Si *B. tabaci* Gennadius a longtemps été considéré comme le seul aleurode du cotonnier (PEARSON, 1958) et reste l'espèce la mieux représentée, deux autres espèces ont été identifiées au Mali (BAGAYOKO, 1986) et au Tchad (SILVIE, 1989) : *Bemisia afer* (Priesner et Hosney) et *Trialeurodes ricini* (Misra).

La détermination des différents genres et espèces est fondée sur des caractéristiques morphologiques du quatrième et dernier stade larvaire (ou pupa). Mais l'aspect phénotypique de la pupa peut considérablement varier, dans les cas d'espèces polyphages comme *B. tabaci*, selon la plante hôte sur laquelle elles se développent (MOUND et HALSEY, 1978).

Existence de biotypes ou espèces distinctes ?

Des biotypes ou races différentes d'une même espèce de mouche blanche existeraient car des variations ont été observées dans le comportement de l'insecte qui aurait une

préférence pour une plante hôte particulière. Dans le cas de *B. tabaci*, on observe que les souches rencontrées sur coton n'attaquent pas le manioc et réciproquement. Au Tchad, *B. tabaci* ne s'établirait pas sur coton durant la saison sèche mais seulement à partir du mois de juin, ce qui suggère que l'insecte colonise obligatoirement une succession de plantes hôtes intermédiaires (BINK, 1973). Aux Etats-Unis, des nuées d'adultes de cet insecte ont envahi aussi des plantes habituellement non hôtes de la mouche blanche comme la vigne, l'arachide, les *Citrus* et les plantes ornementales telles que *Poinsettia* (*Euphorbia pulcherrima*) et *Hibiscus*. Ces populations de *B. tabaci* ont montré une forte résistance aux principaux insecticides utilisés ainsi qu'une fécondité supérieure. Les producteurs américains ont qualifié ces populations particulièrement agressives de *superbugs* (WEDDLE et CARSON, 1991).

Ces comportements particuliers ont incité les entomologistes à émettre l'hypothèse de la présence d'un biotype nouveau, qui a été appelé B ou poinsettia, pour le différencier de la



race classique A ou coton. L'origine de ce nouveau biotype n'a pas encore été élucidée, mais il serait apparu aux Etats-Unis vers 1985, et se serait progressivement généralisé aux dépens du biotype coton (BROWN, 1992a, 1992b). On le trouve maintenant en Europe, principalement en Italie, en France et en Espagne (GUIRAO *et al.*, 1997). Le biotype B aurait, par rapport au biotype A, les caractéristiques biologiques et physiologiques suivantes :

- il serait associé à la transmission du *squash silver leaf* (argenture de la courgette) (COSTA et BROWN, 1991) ;
- il possède une gamme d'hôtes plus importante (BYRNE et MILLER, 1990) ;
- il absorberait une plus grande quantité de sève (de quatre à cinq fois plus, selon BYRNE *et al.*, 1992), ce qui a pour conséquence des dépôts de miellat plus importants.

Ces caractéristiques propres au biotype B ont fait penser à certains entomologistes qu'il pouvait s'agir d'une espèce nouvelle, comme l'ont suggéré PERRING *et al.* (1993) après des essais infructueux de croisement

entre les deux biotypes, ainsi que la comparaison de certains enzymes et de fragments d'ADN. Elle a été appelée *Bemisia argentifolii* par BELLOWS *et al.* (1994).

Discussion de ces identifications

Ce concept d'espèce nouvelle ne fait pas l'unanimité dans la communauté scientifique. En effet, des techniques de biologie moléculaire telles que RAPD-PCR, l'utilisation de marqueurs de séquence du gène codant pour la sous-unité 16S du RNA mitochondrial, et du gène codant pour la cytochrome-oxydase, ont permis d'identifier dans une même région à la fois plusieurs biotypes très distincts (dont le biotype B) et des hybrides entre ces biotypes, comme dans le sud de l'Espagne (BOISSOT *et al.*, 1998). De plus, il a été montré qu'il existait un polymorphisme moléculaire différenciant certaines souches selon la nature de la plante hôte et de la zone géographique (MENOZZI, 1997). Ces différents résultats infirment l'hypothèse de l'envahissement par un seul

nouveau biotype. La tendance actuelle est de conserver le nom de *B. tabaci* en la considérant comme une espèce polytypique (CAHILL *et al.*, 1996).

Plantes hôtes

Le recensement le plus récent (GREATHEAD, 1986) indique que *B. tabaci* a été observé dans le monde entier sur 506 plantes hôtes appartenant à 74 familles différentes. Les principales familles concernées sont les suivantes : astéracées (56 espèces), convolvulacées (20 espèces), cucurbitacées (17 espèces), euphorbiacées (32 espèces), fabacées (96 espèces), malvacées (35 espèces) et solanacées (33 espèces).

Description de *B. tabaci*

La description la plus complète a été effectuée par LOPEZ-AVILA (1986). GERLING (1990) apporte aussi des informations précises.

L'adulte

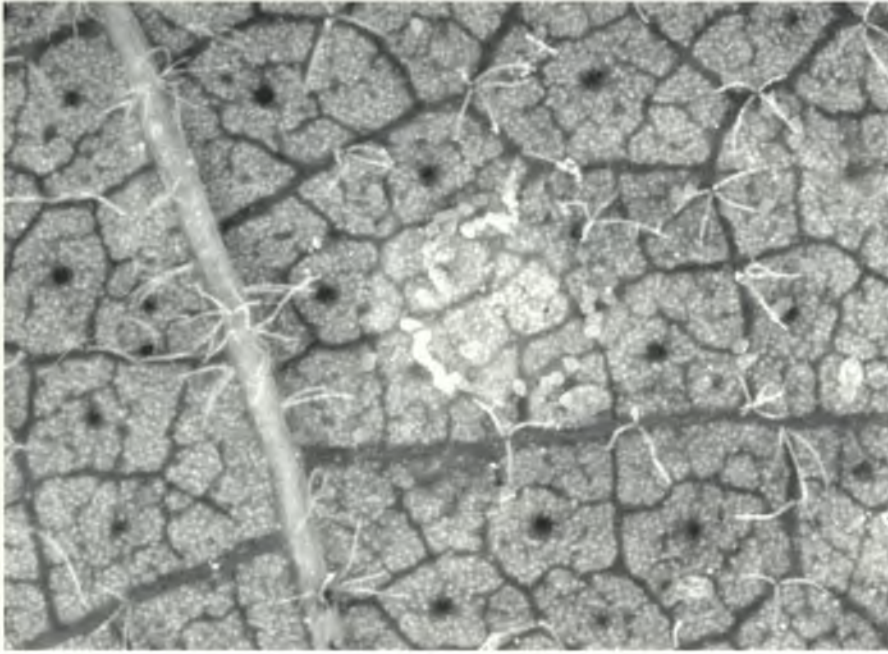
A l'émergence, l'adulte est de couleur blanc-jaunâtre mais après quelques heures il devient complètement blanc en raison d'un dépôt sur toute la partie du corps d'une substance cireuse ou wax. L'adulte possède deux paires d'ailes. Au repos, les ailes recouvrent l'abdomen. La nervation des ailes est réduite. Les dimensions de l'adulte sont comprises entre 0,85 mm pour le mâle et 0,91 mm pour la femelle pour la longueur du corps, et respectivement 1,81 mm et 2,13 mm d'envergure. Les antennes filiformes possèdent sept articles. Les pièces buccales sont de type piqueur-suceur.

L'œuf

Il est de forme ovale et le chorion se prolonge par un pédicelle qui sert de support. Ses dimensions sont



Adulte de *Bemisia tabaci*.



Œufs d'aleurode.

0,2 mm x 0,1 mm. L'œuf est d'abord de couleur crème, recouvert de la substance cireuse blanche venant des ailes de la femelle. Un peu avant l'éclosion, il prend une couleur marron et on peut distinguer à travers le chorion deux points rouges qui correspondent aux yeux de la larve.

Les différents stades larvaires

Ils sont au nombre de quatre. Le premier stade est mobile (crawler en anglais). Les trois stades suivants sont fixés. *B. tabaci* est de type alломétabole, c'est-à-dire que la larve est très différente de l'adulte. Sa morphologie régresse au cours de son développement larvaire, les pattes et les antennes s'atrophient. Puis, au cours du quatrième stade larvaire, la larve s'enferme dans un véritable puparium d'où sortira l'insecte parfait : c'est une métamorphose complète, à la différence des autres hémiptères qui sont en général paumétaboles.

La morphologie de la larve peut être affectée par la structure de la plante

hôte. Les yeux, de couleur rouge, sont de petite taille. Ils deviennent bien visibles au terme du complet développement de la larve avant la métamorphose. La couleur du corps de la pupa passe de verdâtre à jaunâtre et les mycétomes deviennent peu visibles. Il ne semble pas qu'il y ait un dimorphisme sexuel.

Biologie et éthologie

Accouplement et fécondité

L'accouplement a généralement lieu entre une heure et trois jours après l'émergence des adultes. LI *et al.* (1989) pensent que si des phéromones sont impliquées lorsque le mâle courtise la femelle, elles n'agiraient qu'à de très faibles distances. Il existe une reproduction asexuée de type arrhénotoque, les femelles non fécondées produisant alors des mâles. Dans les zones tropicales, le nombre de générations par an peut varier de 11 à 15.

La fécondité peut aller de 20 à 350 œufs selon la plante hôte et les conditions expérimentales. Sur cotonnier, entre 25 et 30 °C, une femelle peut pondre une moyenne journalière de 10 œufs (GERLING *et al.*, 1986). Les œufs sont presque toujours déposés sur la face inférieure des feuilles, souvent en groupe et de façon circulaire, car, chez les Aleyrodinae, la femelle tourne autour de ses stylets plantés dans la feuille lorsqu'elle dépose les œufs. La femelle préfère pondre sur la face inférieure de feuilles jeunes. A 25 °C, avec une humidité relative de 75 %, la période d'incubation est de l'ordre de 8 jours et passe à 5 jours à 32,5 °C. A 36 °C, les œufs n'éclosent pas.

Les adultes : émergence et longévité

L'émergence des adultes de *B. tabaci* dure de 5 à 15 minutes et elle est suivie par l'étalement des ailes sur ou près du puparium pendant 40 à 50 minutes. L'émergence a lieu généralement le jour, principalement durant les quatre heures qui suivent le lever du soleil.

GERLING *et al.* (1986) donnent pour la longévité des adultes de 10 à 15 jours en été et de 30 à 60 jours en hiver lorsque la température avoisine 15 °C. En conditions de laboratoire (25 °C, humidité relative 60 %, 16 heures de lumière), la longévité de la femelle est supérieure à celle du mâle. Elle est en moyenne de 8,7 jours pour les mâles (de 5 à 15 jours) et de 19,7 jours pour les femelles (de 5 à 32 jours).

Déplacement des adultes

Les adultes de *B. tabaci* ont deux modes de déplacement : des vols de courte distance au sein de la masse foliaire et des vols de longue distance. Les adultes qui viennent d'émerger sur les feuilles les plus basses migrent tout d'abord sur les feuilles de la partie apicale pour s'alimenter et pondre par la suite. Les vols de



courte distance ont lieu près de la surface du sol. Les vols de longue distance ont lieu de façon plus ou moins passive lorsque les insectes sont entraînés par le vent. Ces vols ont plutôt lieu durant le matin et au milieu de la journée, aux heures les plus chaudes. Par convection, les insectes sont dans un premier temps entraînés en altitude. Les distances de vol sont généralement de l'ordre de quelques centaines de mètres. Avec un vent favorable, certains individus seraient théoriquement capables d'effectuer des déplacements de plusieurs kilomètres.

Facteurs agissant sur la dynamique des populations

La durée du cycle biologique de *B. tabaci* varie considérablement selon les conditions climatiques et la nature de la plante hôte : à 25 °C, elle est de l'ordre d'une vingtaine de jours sur cotonnier, mais de 25 à 30 jours sur tomate.

La couleur serait le facteur le plus important qui déciderait l'insecte à choisir à distance la plante hôte. Les adultes de *B. tabaci* sont plus attirés par la couleur jaune-vert. L'odeur de la plante n'aurait aucun effet particulier. L'insecte réagirait à deux longueurs d'onde : le bleu-ultraviolet et le jaune. MOUND (1962) suggère que les courtes longueurs d'onde (bleu-UV) joueraient un rôle dans le déplacement des adultes alors que les longueurs d'onde de type jaune faciliteraient la localisation de la plante hôte.

De façon générale, les pics de population s'observent au cours de périodes de sécheresse, les périodes de fortes pluies réduisant la densité d'aleurodes, aussi bien par effet mécanique qu'en favorisant le développement d'épizooties.

JOYCE (1958) a remarqué qu'il existait une corrélation entre l'augmentation de la teneur en azote foliaire et l'accroissement des populations

de *B. tabaci*. Les pullulations de la mouche blanche seraient également favorisées par la carence potassique et le stress hydrique des plantes.

Nature des dégâts et pertes économiques

On distingue généralement trois types de dégât : les dégâts directs, la production de miellat et la vection de virus.

Les dégâts directs

Lors des piqûres sur les feuilles, les stylets s'insèrent dans les méats intercellulaires. Les attaques d'aleurodes ne déclencheraient donc pas de réaction de défense, alors que les piqûres répétées des formes larvaires et les adultes de *B. tabaci* affaiblissent la plante infestée. FOWLER (1956) a constaté des modifications dans la physiologie de plants de cotonniers à la suite d'une forte infestation par *B. tabaci* : en particulier, une augmentation de la teneur en phosphore et une diminution de la concentration en sucres, qui auraient un effet défavorable sur le développement des capsules et de la fibre.

Après une injection de salive par l'insecte, des réactions de la plante sont observées : simple tache décolorée au niveau du point de piqûre, voire une réaction d'ensemble. Ce type de dégât est qualifié de toxémiase.

La production de miellat

Le miellat excrété peut contaminer la fibre au moment de la récolte. Des incidents liés à une fibre collante pourront alors se produire lors des opérations de filature. Le coton contaminé est donc fortement déprécié.

Le miellat qui se dépose sur la surface des feuilles est souvent envahi et

noirci par un champignon de type fumagine, par exemple du genre *Capnodium* ou *Cladosporium*, qui peut, en affectant le processus de la photosynthèse, modifier la physiologie de la plante. De plus, la fumagine pourrait augmenter la température foliaire, provoquant ainsi une altération des tissus (BYRNE *et al.*, 1990).

La vection de virus

B. tabaci est un vecteur de viroses qui affectent de nombreuses plantes cultivées. Bien qu'il ait été confirmé que *B. tabaci* puisse être vecteur d'au moins sept groupes de virus (DUFFUS, 1987), les geminivirus représentent le principal groupe.

Chez le cotonnier, ces viroses sont connues comme des frisolées : *Cotton leaf crumple*, décrite aux Etats-Unis sur *Gossypium hirsutum* (BROWN et NELSON, 1984) et *Cotton leaf curl*, connu au Soudan sur *G. barbadense* et décrite plus récemment au Pakistan (AHMAD et ALI, 1998) et en Inde (SINGH *et al.*, 1998) sur *B. hirsutum*. Un autre type de virose transmis par *B. tabaci* se traduit par des mosaïques, impliquant des pathogènes différents en Afrique (mosaïque africaine) et en Amérique (*mosaico* et *rugosidad*) (CAUQUIL et FOLLIN, 1983).

Lutte contre *B. tabaci*

Lutte biologique

LOPEZ-AVILA (1986) a répertorié les principaux ennemis naturels de *B. tabaci* dans le monde. Des compléments d'information ont été apportés par DOWELL en 1990, et GERLING et MAYER en 1995.

Les ennemis naturels de *B. tabaci*

Peu d'informations existent sur la biologie des divers ennemis naturels cités : les prédateurs, pour la plupart

polyphages, consomment principalement les œufs et les larves des deux premiers stades. C'est le cas, par exemple, des acariens du genre *Euseius*. De plus, les larves et les adultes de Coccinellidae consomment les adultes. Les parasitoïdes qui attaquent *B. tabaci* sont des hyménoptères appartenant à la famille des Aphelinidae. Ils sont pour la plupart spécifiques des Aleyrodidae. Dans le cas de *Encarsia lutea* (Masi), les femelles pondent préférentiellement sur les troisième et quatrième stades larvaires. Concernant le pourcentage de parasitisme au champ, il a été observé qu'il pouvait atteindre 90 % avec *Eretmocerus haldemani* Howard en Arizona sur cotonnier (ANON., 1984). Un champignon entomopathogène, *Zoophtora* sp., a été isolé en Afrique, où il attaque les adultes (SILVIE et PAPIEROK, 1991).

Utilisation d'entomophages

OSBORNE *et al.* (1990) ont fait une mise au point sur les parasitoïdes et prédateurs de *B. tabaci* utilisés ou pouvant être utilisés en lutte biologique aux Etats-Unis après que des inventaires de la faune utile autochtone aient été effectués. Des introductions de parasitoïdes ont été tentées, comme celles d'*Eretmocerus mundus* Mercet et *Encarsia transvena* (Timberlake) en Californie entre 1985 et 1987, sans résultat. *Encarsia formosa* Gahan, hyménoptère Aphelinidae, est le seul insecte à être commercialisé, pour des cultures sous serre le plus souvent. *Chrysoperla carnea* (Stephens), utilisé à grande échelle dans la lutte contre les Lépidoptères ravageurs, a été testé en laboratoire par BUTLER et HENNEBERRY en 1988. Ils ont trouvé que ce Chrysopidae était, en serre, un prédateur acceptable d'œufs et de larves de *B. tabaci*. *Geocoris punctipes* (Say), prédateur de pucerons, a été testé sur *B. tabaci* par COHEN et BYRNE (1992) en laboratoire. Il a été trouvé que ce Lygaeidae, qui se nourrit à la fois de larves et d'adultes, pourrait être utilisé efficacement en lutte biologique contre la mouche blanche.

Le concept de lutte intégrée s'attache à la préservation de la faune auxiliaire en laissant des périodes suffisamment longues sans insecticides chimiques ou en utilisant des insecticides très spécifiques et peu dangereux pour les espèces utiles. On a également recommandé dans ce cadre la plantation de plantes refuges, hébergeant des aleurodes qui leur sont spécifiques, mais susceptibles d'être parasités par des Aphelinidae et d'autres prédateurs polyphages (OSBORNE *et al.*, 1990).

Entomopathogènes

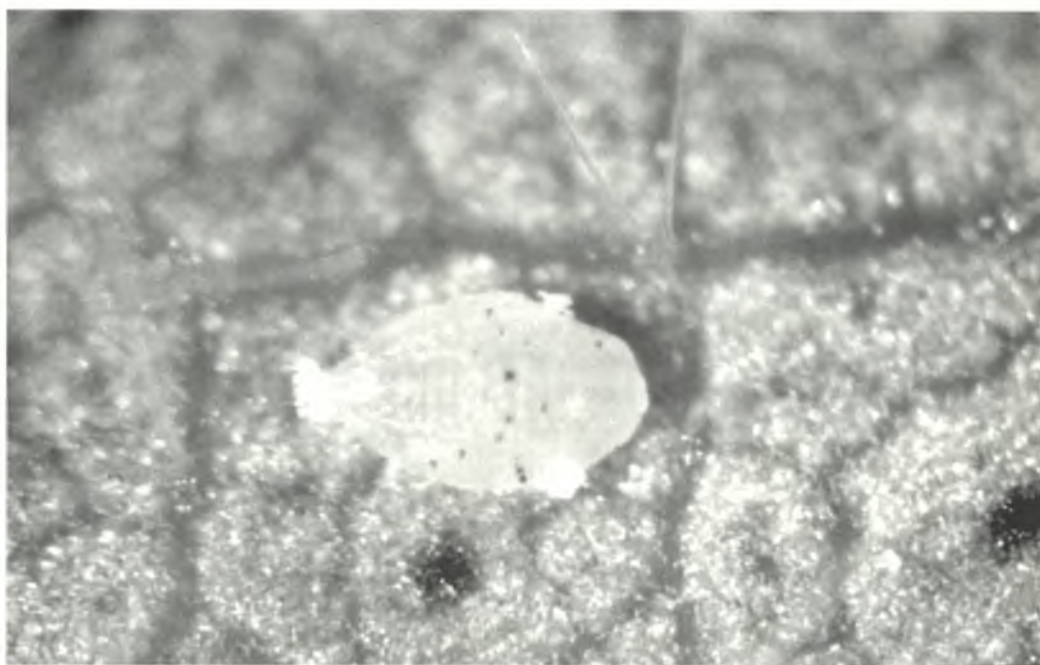
Deux champignons ont été testés sur *B. tabaci* : *Paecilomyces fumosoroseus* et *Beauveria bassiana*. Ils ont montré, en conditions de laboratoire, une efficacité significative (OSBORNE *et al.*, 1990 ; KNAUF, 1992). De même, *Verticillium lecanii* a été testé en laboratoire en association avec un surfactant par MEADE et BYRNE (1991) aux Etats-Unis. L'efficacité sur les stades larvaires de *B. tabaci*, à 21°C et avec une humidité relative de 95 %, s'est révélée excellente. Il n'en est pas toujours ainsi lorsque l'application du pathogène est réalisée en conditions naturelles.

Lutte chimique

Les premiers insecticides chimiques utilisés pour maîtriser *B. tabaci* ont été les organochlorés tels que endrine et endosulfan. Le DDT, inefficace, favorisait les pullulations de mouche blanche lorsqu'il était utilisé contre les larves de Lépidoptères. Les insecticides actuellement les plus utilisés appartiennent à la famille des organophosphorés, des carbamates et des pyréthrinoides, mais aussi, plus récemment au groupe des régulateurs de croissance d'insectes (IGR) comme à la classe chimique des néonicotinoïdes (chloro-nicotinyls, thianicotinyls et nitrométhylènes).

Essais d'insecticides

Pour combattre ce ravageur difficile à maîtriser, des insecticides de familles et de modes d'action différents sont utilisés durant le cycle végétatif, visant les œufs, les stades fixés ou les adultes. Les organophosphorés (acephate, metamidophos, dimethoate, omethoate, monocrotophos) ont soit une action de contact, soit une action systémique. Le carbamate oxamyl est aussi utilisé pour son action translaminare. Ils sont



Nympe d'aleurode.



larvicides. L'endosulfan est le seul organochloré encore utilisé. Certains pyréthrinoides (bifenthrine, cyfluthrine, esfenvalerate, fenpropathrine, lambda-cyhalothrine) ont une action de contact. Des associations, comme bifenthrine-endosulfan ou fenpropathrine-acephate, ont montré une excellente efficacité en culture cotonnière aux Etats-Unis.

Des résultats prometteurs ont été obtenus avec l'imidaclopride, l'acétamiprid, le thiacloprid et le thiametoxam, inhibiteurs des récepteurs nicotinergiques post-synaptiques. Le buprofezin, régulateur de croissance de la famille des thiadiazines, inhibe la mue des larves et induit la ponte d'œufs non viables. Le pyriproxyfen, un autre IGR, agit sur les adultes et stérilise les pontes. Il agirait également en bloquant la mue imaginale.

Ces nouveaux modes d'action devraient permettre de limiter l'impact des applications d'insecticides sur la faune utile, mais aussi de contourner les résistances qui se développent très rapidement chez l'insecte.

Les huiles végétales

Les huiles végétales ou des détergents sont très souvent utilisés seuls ou en association avec des insecticides chimiques pour lutter contre le ravageur ou pour empêcher la transmission de virus. Les huiles végétales sont toxiques pour les insectes car elles perturbent le processus de la respiration de manière physique.

Des essais menés par BUTLER *et al.* (1988) ont montré que l'huile de soja appliquée à 5 % avait un effet répulsif sur les adultes durant 7 jours et entraînait une diminution de 90 % des populations larvaires. A 10 %, l'huile de coton réduit de 84 % la viabilité des œufs de *B. tabaci*.

BUTLER et HENNEBERRY (1990), puis AKEY *et al.* (1992) ont observé une bonne efficacité insecticide de divers détergents domestiques associés à des huiles végétales. Les huiles végétales sont aussi employées comme barrière physique empêchant les stylets de l'insecte de pénétrer dans

le parenchyme foliaire et donc de transmettre les infections virales. SPARKES *et al.* (1992) recommandent d'ajouter 1 à 2 % d'huile ou de détergent aux solutions insecticides. Mais la qualité de l'application est primordiale en raison des risques de phytotoxicité et d'élévation trop importante du pH du mélange insecticide.

Les appareils de traitement

MATTEWS (1986) attire l'attention sur la nécessité de techniques d'application performantes. Pour atteindre les stades fixés se trouvant sur la face inférieure des feuilles, il est impératif d'employer des équipements terrestres, avec un volume et une pression suffisants, notamment lorsque des huiles sont appliquées. D'usage courant sur les grandes surfaces cotonnières des Etats-Unis ou d'Asie centrale, ces équipements sont peu répandus sur d'autres continents.

Les petits planteurs d'Afrique de l'Ouest et du Centre, qui utilisent des appareils individuels à disque rotatif et épandent des volumes réduits sont particulièrement mal armés pour intervenir chimiquement contre ce type d'insecte.

L'usage d'appareils à dos équipés d'une rampe verticale, ou à moteur, serait mieux adapté à une approche chimique, mais l'approvisionnement en eau est un facteur dissuasif dans les zones climatiques qui sont précisément les plus favorables à l'insecte.

Les problèmes de résistance de *B. tabaci* aux insecticides

Depuis le début des années 80, une perte d'efficacité de nombreux insecticides de la famille des organophosphorés et des pyréthrinoides a été constatée dans le monde entier. Par des tests de laboratoire qui consistaient à mettre en contact des adultes avec des feuilles imprégnées d'insecticides, des facteurs de résistance (CL50 souche observée/CL50 souche sensible) importants (qui pouvaient nécessiter des doses jusqu'à cent fois supérieures), ont été

mis en évidence pour plusieurs insecticides (PRABHAKER *et al.*, 1985).

DITTRICH *et al.* (1990b) ont étudié les mécanismes de résistance à un organophosphoré (monocrotophos), un carbamate (carbofuran) et un pyréthrinoides (cyperméthrine) sur des populations de *B. tabaci*. Ils ont constaté la présence d'enzymes détoxifiantes du monocrotophos et de la cyperméthrine de type estérase et oxydase. Il semblerait donc que le phénomène de résistance fasse appel à au moins deux mécanismes : la détoxification des pesticides et la perte d'affinité de l'acétylcholinestérase à ces insecticides.

Pour éviter l'apparition des phénomènes de résistance, DITTRICH *et al.* (1990a) ainsi que SPARKS *et al.* (1992) suggèrent l'alternance d'insecticides de familles chimiques différentes. La récente homologation du buprofezin et du pyriproxyfen sur coton aux Etats-Unis va dans ce sens. Divers auteurs suggèrent d'employer systématiquement huiles et détergents à 1-2 % en association avec les insecticides classiques.

Autres méthodes de lutte

Complémentaires de la lutte biologique comme de la lutte chimique, les méthodes de lutte présentées visent à prévenir les infestations de *B. tabaci* et les maladies virales qu'il transmet.

La destruction précoce des résidus de récolte, l'adaptation des dates de semis à la biologie du ravageur, la répartition des parcelles dans le temps et dans l'espace en fonction de l'infestation des cultures voisines, sont des pratiques culturelles efficaces.

La résistance variétale est considérée comme la meilleure solution pour résoudre le problème de la mouche blanche. Des résultats intéressants ont été obtenus avec des variétés de cotonnier peu pileuses et possédant des feuilles de type lacinié (*okra*) qui hébergent moins de mouches blanches que les variétés classiques.

Si de plus, la culture est peu dense, il a été observé que les infestations pouvaient être réduites de 75 % (BERLINGER, 1986 ; NATWICK *et al.*, 1997). En revanche, les variétés dont la pilosité est modérée, mais suffisante pour conférer une bonne résistance aux jassides, hébergent davantage de *B. tabaci*, plus du fait du microclimat que d'une action directe sur l'insecte et ses parasitoïdes (MOUND, 1965).

Les pièges jaunes englués ne permettent pas une lutte directe efficace car leur pouvoir attractif est limité. Il semblerait que les adultes de *B. tabaci* ne soient attirés que si la distance est inférieure à vingt centimètres (MELAMED-MADJAR *et al.*, 1982). Les captures donnent plutôt une idée de la dynamique des populations et de la densité d'adultes dans le champ, ce qui permet de décider, après que des seuils aient été définis, de l'opportunité de déclencher un traitement insecticide. Le piégeage est donc à considérer comme une aide à la décision.

Bibliographie

- AHMAD Z., ALI M., 1998. Cotton leaf curl : a threat to Pakistan cotton (abstract). World Cotton Research Conference - 2. September 6-12. ICAC, Athènes, Grèce, 271 p.
- AKEY D.H., CHU C.-C., HENNEBERRY J.G., 1992. Application equipment and under-leaf coverage of cotton seed oils, soap, and fenprothrin/acephate against the sweetpotato whitefly *Bemisia tabaci*. Proceedings, Cotton Beltwide Conferences. Nat. Cotton Council of America, p. 701-703.
- ANONYME, 1984. Integrated pest management for cotton in the western region of the United States. University of California, Etats-Unis, 144 p.
- BAGAYOKO B., 1986. Contribution à la connaissance des Aleurodes : Etude bio-écologique de *Bemisia tabaci* Genn. dans la zone sud du Mali. Thèse de doctorat, Ensa, Montpellier, France, 195 p.
- BELLOWS Jr T.S., PERRING T.M., GILL R.J., HEADRICK D.H., 1994. Description of a species of *Bemisia* (Homoptera, Aleyrodidae). Ann. Entomol. Soc. Amer. 87 (2) : 195-206.
- BERLINGER M.J., 1986. Host plant resistance to *Bemisia tabaci*. Agriculture, Ecosystems and Environment 17 : 69-82.
- BINK F.A., 1973. Nouvelle contribution à l'étude de la mosaïque du cotonnier au Tchad. Observations sur *Bemisia tabaci*. Coton et Fibres tropicales 28 (3) : 373-375.
- BINK-MCENEN R.M., MOUND L.A., 1990. Whiteflies: Diversity, Biosystematics and Evolutionary Patterns. In GERLING D. (Ed.) Whiteflies: their Bionomics Pest Status and Management. Intercept, Andover, p. 1-11.
- BOISSOT N., CARUANA M.L., PAVIS C., SAUVION N., URBINO C., 1998. Rapport de Mission, 2nd Intern. Workshop on *Bemisia* and geminiviruses, San Juan, Porto Rico. Inra, Versailles, France, 20 p.
- BROWN J.K., 1992a. Biotypes of the sweetpotato whitefly: a current perspective. Proceedings, Beltwide Cotton Conferences. Nat. Cotton Council of America, p. 665-670.
- BROWN J.K., 1992b. A critical assessment of biotypes of the sweetpotato whitefly in the Americas and adjacent locales: from 1989 to 1992. Taller Centro americano y del Caribe sobre moscas blancas, 3-5 september 1992, Turrialba, Costa Rica, 23 p.
- BROWN J.K., NELSON M.R., 1984. Geminate particles associated with cotton leaf crumple disease in Arizona. J. American Phytopathological Society 74 (8): 987-990.
- BUTLER G.D. Jr., HENNEBERRY T.J., 1988. Laboratory studies of *Chrysoperla carnea* predation of *Bemisia tabaci*. The Southwestern Entomologist 12 (2): 165-170.
- BUTLER G.D. Jr., HENNEBERRY T.J., 1990. Pest control on vegetables and cotton with household cooking oils and liquid detergents. The Southwestern Entomologist 15 (2): 123-131.
- BUTLER G.D. Jr., COUDRIET D.L., HENNEBERRY T.J., 1988. Toxicity and repellency of soybean and cottonseed oils to the sweetpotato whitefly and the cotton aphid on cotton in greenhouse studies. The Southwestern Entomologist 13 (2): 81-85.
- BYRNE D.N., MILLER W.B., 1990. Carbohydrate and amino acid composition of phloem sap and honeydew produced by *Bemisia tabaci*. Journal of Insect Physiology 36: 433-439.
- BYRNE D.N., BELLOWS T.S. Jr., PARRELLA M.P., 1990. Whiteflies in Agriculture Systems. In GERLING D. (Ed.) Whiteflies: their Bionomics, Pest Status and Management. Intercept, Andover, p. 227-261.
- BYRNE D.N., MOORE L., PALUMBO J.C., WATSON T.F., 1992. Whitefly fact sheet. Department of Entomology, University of Arizona, 4 p.
- CAHILL M., JARVIS W., GORMAN K., DENHOLM I., 1996. Resolution of baseline responses and documentation of resistance to buprofezin in *Bemisia tabaci* (Hom. Aleyrodidae). Bull. Entomol. Res. 86: 117-122.
- CAUQUIL J., FOLLIN J.-C., 1983. Les maladies du cotonnier attribuées à des virus ou à des mycoplasmes. Coton et Fibres Tropicales 38 (4) : 293-308.
- COCK M.J.W., (Ed.), 1986. *Bemisia tabaci*: a literature survey. CAB/FAO, 121 p.
- COHEN A.C., BYRNE D.N., 1992. *Geocoris punctipes* as a predator of *Bemisia tabaci*: a laboratory evaluation. Entomologia Experimentalis et Applicata 64: 195-202.
- COSTA A.S., BROWN J.K., 1991. Variation in biological characteristics and in esterase patterns among populations of *Bemisia tabaci* Genn. and the association of one population with silverleaf symptom development. Entomologia Experimentalis et Applicata 61: 211-291.
- DITTRICH V., HASSAN S.O., ERNST G.H., 1985. Sudanese cotton and the Whitefly: a case study of the emergence of a new primary pest. Crop Protection 4: 161-176.
- DITTRICH V., UK S., ERNST G.H., 1990a. Chemical control and insecticide resistance of whiteflies. In GERLING D. (Ed.), Whiteflies: their Bionomics, Pest Status and Management. Intercept, Andover, p. 263-285.
- DITTRICH V., ERNST G.H., RUESCH O., UK S., 1990b. Resistance mechanisms in sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) populations from Sudan, Turkey, Guatemala and Nicaragua. Journal of Economic Entomology 83 (5): 1 665-1 670.
- DOWELL R.V., 1990. Integrating biological control of whiteflies into crop management systems. In GERLING D. (Ed.), Whiteflies: their Bionomics, Pest Status and Management. Intercept, Andover, p. 315-335.
- DUFFUS J.E., 1987. Whitefly transmission of plant viruses. In K.H. Harris (Ed.), Current topics in vector research, vol.4, Springer-Verlag, New York, p. 73-91.
- FOWLER H.D., 1956. Some physiological effects of attack by whitefly *Bemisia gossypiperda* and spraying parathion on cotton in the Sudan Gezira. Empire Cotton Growing Review 33: 288-299.
- GERLING D., HOROWITZ A.R., BAUMGARTNER J., 1986. Autoecology of *Bemisia tabaci*. Agriculture, Ecosystems and Environment 17: 5-19.
- GERLING D. (Ed.), 1990. Whiteflies: their Bionomics, Pest Status and Management. Intercept, Andover, United Kingdom, 348 p.
- GERLING D., HENNEBERRY T., 1998. The status of *Bemisia* as cotton pest : past trends and future possibilities. World Cotton Research Conference - 2. September 6-12. ICAC. Athènes, Grèce, 170 p.
- GERLING D., MAYER R.T. (Eds). 1996. *Bemisia* 1995: Taxonomy, Biology, Damage, Control and Management. Intercept, Andover, Royaume Uni, 692 p.
- GREATHEAD A.H., 1986. Host plants. In COCK M.J.W. (Ed.), *Bemisia tabaci*. A literature survey. CAB/FAO, p. 17-25.
- GUIRAO P., ONILLON J.-C., BEITIA F., CENIS J.-L., 1997. Présence en France du biotype B de *Bemisia tabaci*. Phytoma 498 : 44-48.
- JOYCE R.J.V., 1958. Effect of the cotton plant in the Sudan Gezira on certain leaf-feeding insect pests. Nature 182: 1 463-1 464.



KNAUF T.A., 1992. Naturalis L: a biorational insecticide for boll weevil and whitefly control. Proceedings, Beltwide Cotton Conferences. Nat. Cotton Council of America, p. 31-32.

LI T., VINSON S.B., GERLING D., 1989. Courtship and mating behavior of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). Environmental Entomology 18: 800-806.

LOPEZ AVILA A., 1986. Taxonomy and Biology of *B. tabaci* In: COCK M.J.W.(Ed.), *Bemisia tabaci*. A literature survey. CAB/FAO, p. 3-12.

MATTHEWS G.A., 1986. Overview of chemical control with special reference to cotton crops. In COCK M.J.W.(Ed.), *Bemisia tabaci*. A literature survey. CAB/FAO, p. 3-12 et p. 55-58.

MEADE D.L., BYRNE D.N., 1991. The use of *Verticillium lecanii* against subimaginal instars of *Bemisia tabaci*. Journal of Invertebrate Pathology 57: 296-298.

MELAMED-MADJAR V., COHEN S., CHEN M., TAM S., ROSILIO D., 1982. A method for monitoring *Bemisia tabaci* and timing spray applications against the pest in cotton fields in Israel. Phytoparasitica 10 (2): 85-91.

MENOZZI P., 1997. Caractérisation de souches de *Bemisia tabaci* (Gennadius) par des techniques de biologie moléculaire. Med. Fac. Landbouw. Univ. Gent, 62 (2a): 281-288.

MOUND L.A., 1962. Studies on the olfaction and colour sensitivity of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera, Aleyrodidae). Entomologia experimentalis et applicata 5: 99-104.

MOUND L.A., 1965. Effect of leaf hair on cotton whitefly populations in the Sudan Gezira. Empire Cotton Growing Rev. 42: 33-40.

MOUND L.A., HASLEY S.H., 1978. Whitefly of the world. A systematic catalog of the Aleyrodidae (Homoptera) with host plant and natural enemy data. John Wiley et Sons, London, 340 p.

NATWICK E.T., CHU C.C., COHEN A.C., SIMMONS G.S., BRUSWOOD D.E., 1997. Silverleaf whitefly infestation levels and percent parasitism in relation to cotton variety and insecticide treatments. Proceedings, Beltwide Cotton Conferences. Nat. Cotton Council of America, p. 915-918.

OSBORNE L.S., HOELMER K., GERLING D., 1990. Prospects for biological control of *Bemisia tabaci*. SROP/WPRS Bulletin 13 (5): 153-160.

PEARSON E.O., 1958. The Insect Pests of Cotton in Tropical Africa. Emp. Cotton Growing Corp. et Comm. Inst. Entomol. London, 55 p.

PERRING T.M., COOPER A.D., RODRIGUEZ R.J., FARRAR C.A., BELLOW, T.S.Jr., 1993. Identification of a whitefly species by genomic and behavioral studies. Science 259: 74-77.

PRABHAKER N., COUDRIET D.L., MAYERDIRK D.E., 1985. Insecticide resistance to the sweetpotato whitefly. Journal of Economic Entomology 78 (4): 748-752.

SILVIE P., DELVARE G., MALDES J.M., 1989. Arthropodes associés à la culture cotonnière au Tchad : ravageurs, prédateurs et parasites. Coton et Fibres Tropicales 44 (4) : 275-290.

SILVIE P. et PAPIEROK B., 1991. Les ennemis naturels d'insectes du cotonnier au Tchad : premières données sur les champignons de l'ordre des Entomophthorales. Coton et Fibres Tropicales 46 (4) : 293-308.

SINGH J., SOHI A.S., DULCHA S., DENHOLM B., RUSSELL D., 1998. Management of Cotton Leaf Curl viral disease in India [abstract]. World Cotton Research Conference - 2. 6-12 September. ICAC, Athènes, Grèce, 273 p.

SPARKS Jr. A.N., NORMAN Jr. J.W., RILEY D.G., 1992. Management of sweetpotato whitefly in the lower Rio Grande Valley. Proceedings, Beltwide Cotton Conferences. Nat. Cotton Council of America, p. 691-692.

WEDDLE R.C., CARSON J., 1991. Invasion of the *superbug* (the *poinsettia* strain of the sweetpotato whitefly). Valley Grower, Fall, 38.

Résumé... Abstract... Resumen

M. VAISSAYRE, P. MENOZZI, S. NIBOUCHE, J.-P. DEGUINE
— Les aleurodes dans les systèmes de culture cotonniers : biologie et gestion des populations.

Les aleurodes, et en particulier *Bemisia tabaci* (Gennadius), émergent progressivement comme l'un des éléments déterminants du facies parasitaire du cotonnier. Cette espèce cosmopolite, dont on peut caractériser de nombreux biotypes, inflige au cotonnier trois types de dégâts : ceux consécutifs aux prélèvements de sève associés à l'injection d'une salive toxique, ceux liés à la transmission de viroses et ceux qui accompagnent la production de miellat. Le complexe entomophage est souvent incapable de contenir les accroissements brutaux des populations car les variétés cultivées ne présentent pas de caractères de résistance à ce ravageur et la lutte chimique pratiquée est souvent peu efficace, soit du fait de techniques d'application mal adaptées, soit du fait d'un développement rapide de la résistance chez l'insecte. Seule une approche intégrée permet une gestion durable des populations de *B. tabaci*.

Mots-clés : aleurode, *Bemisia tabaci*, coton, lutte chimique, protection intégrée, Afrique.

M. VAISSAYRE, P. MENOZZI, S. NIBOUCHE, J.-P. DEGUINE
— Aleurodes in cotton farming systems: biology and population management.

Aleurodes, and particularly *Bemisia tabaci* (Gennadius), are gradually emerging as one of the major components in the cotton parasite complex. This cosmopolitan species, for which numerous biotypes can be characterized, causes three types of damage on cotton: that related to sap withdrawal combined with the injection of toxic saliva, that linked to virosis transmission and that linked to honeydew production. The entomophagous complex is often unable to control sharp increases in population levels, as the varieties currently cultivated have no resistance to the pest, and chemical control is also often largely ineffective, either due to inappropriate application techniques or to the insect's rapid development of resistance. An integrated approach is the only way of achieving sustainable *B. tabaci* population management.

Keywords: aleurode, *Bemisia tabaci*, cotton, chemical control, integrated management, Africa.

M. VAISSAYRE, P. MENOZZI, S. NIBOUCHE, J.-P. DEGUINE
— Los aleurodas en los sistemas de cultivo algodoneros: biología y manejo de las poblaciones.

Los aleurodas, y en particular *Bemisia tabaci* (Gennadius), emergen progresivamente como uno de los elementos determinantes del facies parasitario del algodonero. Esta especie cosmopolita, de la cual se pueden caracterizar numerosos biotipos, inflige al algodonero tres tipos de daños: los consecutivos a las tomas de muestra de savia asociados con la inyección de una saliva toxica, los relacionados con la transmisión de virosis y los que acompañan la producción de melaza. El complejo entomófago es a menudo incapaz de contener los incrementos brutales de las poblaciones puesto que las variedades cultivadas no presentan caracteres de resistencia a esta plaga y el control químico practicado es muchas veces poco eficaz, o sea debido al hecho de técnicas de aplicación mal adaptadas, o sea debido al hecho de un desarrollo rápido de la resistencia en el insecto. Sólo un estudio integrado permite una gestión sustentable de las poblaciones de *B. tabaci*.

Palabras-claves: aleuroda, *Bemisia tabaci*, algodón, control químico, protección integrada, África.